

## ВЛИЯНИЕ ГАЗООБРАЗОВАТЕЛЯ НА СВОЙСТВА ГАЗОБЕТОНА

*С.А. Антипина, к.т.н., доцент,*

*С.Ю. Синотенко, студент гр. 4ГМ32*

*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,*

*тел.(3822)-444-555*

*E-mail: ssinotenko@mail.ru*

Газобетоны находят возрастающее применение в строительстве. Конструкции из газобетонов позволяют улучшить теплотехнические и акустические свойства зданий, значительно снизить их массу, успешно решить проблему объемного и многоэтажного строительства, а также строительства в сейсмических районах страны. Применение газобетонов позволяет уменьшить стоимость строительства на 10-20 %, снизить трудовые затраты на стройках до 50 %, увеличить производительность труда на 20 %. Газобетоны, являются эффективным материалом, который имеет большую перспективу развития и применения [1].

Газобетоны получают путем вспучивания сырьевых компонентов (вяжущее, кремнеземистый компонент, корректирующие добавки) при введении порообразователя. В качестве порообразователя используют алюминиевую пудру (ГОСТ 5494-95) или алюминиевую пасту. Процесс порообразования в ячеистобетонных массах является важной технологической стадией, от полноты протекания которой зависят теплофизические свойства ячеистых бетонов.

Пористая структура создается за счет газовыделения при взаимодействии алюминия с гидроксидом кальция [2]:



При производстве газобетона, особое внимание следует уделить такому показателю газообразователя, как смачиваемость. Смачиваемость – способность газообразователя равномерно распределиться в воде, образуя гомогенную структуру на определенный промежуток времени [3]. Если газообразователь хорошо смачивается, образует устойчивую суспензию, конгломераты чешуек распадаются на отдельные частицы – то снижается расход газообразователя, обеспечивается стабильность подъема массива, образуются равномерные пузырьки по всему объему массива. Чешуйки алюминия покрыты жировой пленкой, которая не дает алюминиевой пудре смешиваться с водой, выталкивая частицы алюминия на поверхность. Даже при длительном и интенсивном перемешивании практически весь газообразователь останется на поверхности (ПАП-1 и ПАП-2). Для того чтобы смыть жировую пленку, применяют сульфанол или стиральный порошок. Содержащиеся в них ПАВ не только смывают жировую пленку, но и обеспечивают эмульсию из воды и чешуек алюминия, время приготовления суспензии занимает 20-30 мин. При производстве гидрофильной алюминиевой пудры (ГАП) применяются специализированные ПАВ, которые содержатся внутри пудры, поэтому нет необходимости подготавливать раствор ПАВ+вода.

Цель работы исследовать влияние гидрофильной алюминиевой пудры марок ГАП – 2, ГАП – 3, ГАП – 4, ГАП – 5, ГАП – 6 на свойства газобетона.

Качество алюминиевой пудры характеризуется содержанием металлического алюминия и величиной удельной поверхности, основные свойства алюминиевой пудры приведены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика алюминиевой пудры.

Марка ал. пудры	Содержание активного алюминия, %	Смач-ть в воде	Уд. поверх., см <sup>2</sup> /г	Ист. плотность, кг/м <sup>3</sup>	Нас. плотность, кг/м <sup>3</sup>
ГАП-2	92	+	7250	2500	165
ГАП-3	93	+	5425	2500	170
ГАП-4	94	+	4050	2500	135
ГАП-5	95	+	4040	2500	130
ГАП-6	92	+	3675	2500	110

Гидрофильная алюминиевая пудра (ГАП-2, 3, 4, 5, 6) отличается главным образом степенью помола и средним размером частиц. Дисперсность увеличивается от ГАП-6 к ГАП-2. При определении состава газобетона необходимо обеспечить заданную объемную плотность и его наибольшую прочность при минимальных расходах вяжущего и порообразователя. Объемная плотность газобетона и пористость зависят главным образом от создания оптимальных условий кинетики газообразования в смеси, чтобы наиболее интенсивный процесс газообразования совпадал по времени с началом нарастания структурной прочности газобетонных масс, к которым относятся температура смеси и количество воды затворения (характеризуется водотвердым отношением В/Т). Кинетика газообразования ГАП в 2,5 % растворе Ca(OH)<sub>2</sub> приведена в таблице 2.

Таблица 2. Кинетика газовыделения алюминиевой пудры из раствора Ca(OH)<sub>2</sub>.

Марка ал. Пудры	Время протекания реакции, мин										
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
	Объем выделившегося газа, мл										
ГАП-2	55	71	75	75	76	76	76	76	76	76	76
ГАП-3	54	74	80	82	83	83	83	83	84	84	84
ГАП-4	31	52	61	66	69	70	71	71	72	72	72
ГАП-5	23	44	55	59	62	63	64	64	65	65	66
ГАП-6	15	39	51	57	59	61	62	63	63	64	64

Для изготовления газобетона марки 500/600 использовались шлакопортландцемент (ШПЦ) марки ЦЕМ II/A Ш 32,5 Б, оксид кальция с содержанием CaO – 95 % и гидрофильная алюминиевая пудра. Навеска ШПЦ смешивалась с CaO в количестве 10 % от веса цемента, затворялась заданным количеством воды (В/Т=0,65), затем добавлялась заранее приготовленная алюминиевая суспензия при смачивании ее водой без добавления ПАВ. Расход сырьевых компонентов рассчитывался по методике основанной на законе объемного фазового состава, состав газобетона приведен в таблице 3.

Смесь тщательно перемешивалась в миксере до однородной массы и заливалась в заранее прогретые металлические формы размером 7х7х7 см при достижении температуры внутри массива 80-85 °С. Образцы выдерживались в течение 24 часов, расформовывались и пропаривались при температуре 90 °С по режиму 1,5-6-2 часа. После чего образцы газобетона подвергались испытаниям на основные свойства, результаты приведены в таблице 4.

Таблица 3. Расход сырьевых компонентов при изготовлении газобетона.

Условные обозначения образцов газобетона	Расход сырьевых компонентов на 1 м <sup>3</sup>			
	ШПЦ, кг	СаО, кг	Алюминиевая пудра, кг	Вода, л
1-ГАП2	0,117	0,01172	0,00013	0,08125
2-ГАП3	0,117	0,01172	0,00013	0,08125
3-ГАП4	0,14027	0,01402	0,000103	0,0975
4-ГАП5	0,14027	0,01402	0,000103	0,0975
5-ГАП6	0,14027	0,01402	0,000103	0,0975

Таблица 4. Свойства газобетона.

Условные обозначения образцов газобетона	Расчетная объемная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Полученная объемная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при сжатии, МПа	Водопоглощение, %	Пористость, %
1-ГАП2	500	505	0,499	50,08	25,25
2-ГАП3	500	515	0,653	49,96	25,73
3-ГАП4	600	620	1,717	36,97	22,92
4-ГАП5	600	620	1,610	40,69	25,23
5-ГАП6	600	609	1,372	48,36	29,45

Результаты показывают, что полученные образцы отвечают требованиям ГОСТ ГОСТ 25485 – 89 «Ячеистые бетоны». Рентгенофазовый анализ образца газобетона состава 3-ГАП4 приведен на рисунке 1.

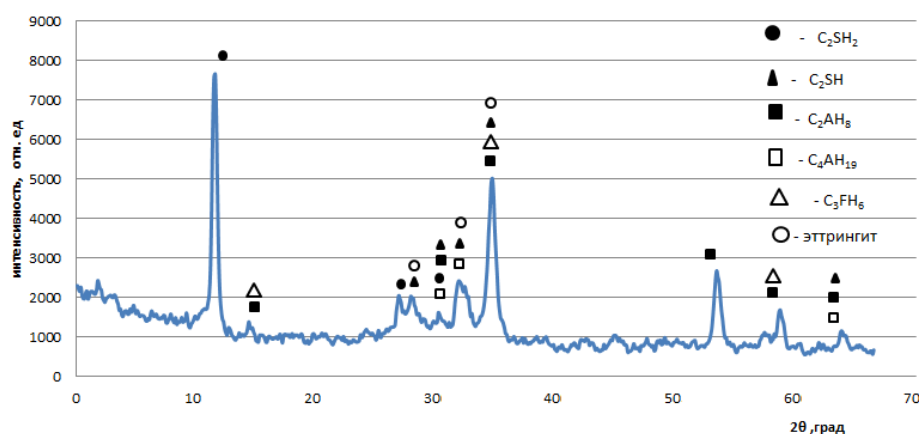


Рис. 1. Рентгенограмма газобетона на основе шлакопортландцемента и извести после пропаривания

По данным рентгенофазового анализа пропаренных образцов газобетона с плотностью 600 кг/м<sup>3</sup>, установлено наличие новообразований, соответствующие гидроалюминатам кальция различной структуры: нестабильный C<sub>2</sub>AH<sub>8</sub> (d=0,440; 0,262; 0,287; 0,192; 0,179; 0,167 нм) и высокооводненный C<sub>4</sub>AH<sub>19</sub> (d=0,288; 0,268; 1,64 нм). Так же присутствуют низкоосновные гидросиликаты кальция CSH(II) (d=0,307; 0,167 нм) и высокоосновные типа C<sub>2</sub>SH (d=0,304; 0,287; 0,265; 0,260; 0,168 нм). Алюмоферритная фаза присутствует в межпоровой перегородке газобетона в

виде  $C_3FH_6$  ( $d=0,450; 0,261; 0,177$  нм). Кроме выше названных соединений в составе новообразований содержится эттрингит ( $d=0,316; 0,268; 0,266; 0,262$  нм).

На микрофотографиях (рис. 2), сделанных с помощью электронного микроскопа фирмы Jeol (Япония) при увеличении 22 раза представлена структура межпоровой перегородки газобетона, она довольно рыхлая с размером 370 мкм. Увеличение в 400 раз показывает микроструктуру межпоровой перегородки, которая в основном состоит из гелеобразных и слабозакристаллизованных гидросиликатов кальция и гидроалюминатов, наблюдается наличие микропор, которые ничем не заполнены. В основном межпоровая перегородка состоит из непрочных гелеобразных гидросиликатов кальция, округлых зерен гидроалюминатов  $C_2AH_8$  и  $C_4AH_{19}$ . Кристаллы эттрингита собраны в кристаллические сростки и собраны в сферолиты.

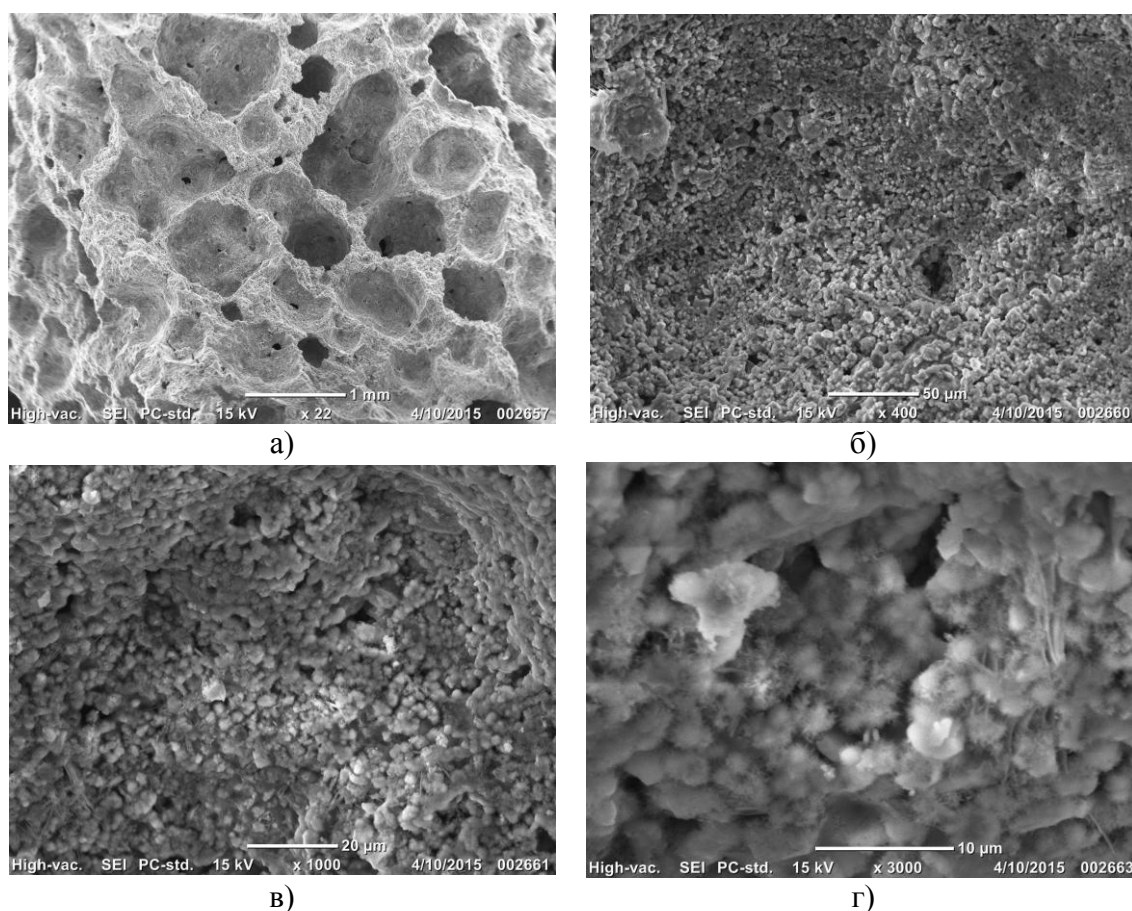


Рис. 2. Микроструктура межпоровой перегородки газобетона с плотностью 600 кг/м<sup>3</sup>: а) x22, б) x400, в) x1000, г) x3000

Таким образом, были исследованы образцы газобетона с использованием гидрофильной алюминиевой пудры (ГАП) в качестве газообразователя. ГАП в зависимости от марки отличается удельной поверхностью, размером частиц и кинетикой газовыделения. Исследования показали, что приготовление алюминиевой суспензии сокращает время приготовления и не требует дополнительного введения ПАВ, что не сказывается на процессе смачивания пудры. ГАП всех марок обеспечивает хорошую кинетику газовыделения, экспериментальная объемная плотность совпадает с расчетной. Образцы газобетона полученные с использованием

ГАП отвечают требованиям ГОСТ по соответствию объемной плотности и предела прочности при сжатии.

#### Список литературы:

1. Микульский В.Г. и др. Строительные материалы и изделия – М.: Изд-во АСВ, 2007. – 520 с
2. Магдеев У.Х., Гиндин М.Н. Современные технологии производства ячеистого бетона // Строительные материалы. – 2001. – № 2.
3. <http://litebeton.ru/statya/smachivaemost-alyuminievyyh-gazoobrazovateley>

### ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СПЕКАНИЯ КЕРАМИКИ ИЗ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ МЕТОДОМ ДИЛАТОМЕТРИИ

*А.Ф. Тайыбов, магистрант гр. 4БМ33,*

*С.А. Степанюк, студент гр. 4Б13,*

*М.О. Горячев, студент гр. 4Б22,*

*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,  
тел.(923)-407-85-22*

*E-mail: tayybov@tpu.ru*

**Введение.** Керамические материалы все шире используются в промышленности. Преимуществами керамики, по сравнению с металлическими и полимерными конструкционными материалами, является способность к эксплуатации в условиях воздействия высоких температур и коррозионно-активных сред без значительной деградации механических свойств во времени и многие другие [1]. Керамические материалы обладают большей биологической совместимостью, чем металлы и полимеры, и это позволяет использовать их в медицине, как для имплантации искусственных органов, так и в качестве конструкционных материалов в биотехнологии и генной инженерии [2].

Порошки оксида алюминия широко применяются для изготовления керамических изделий. Они применяются в тех областях, где необходимы высокие показатели износостойкости, плотности, твердости, прочности при изгибе, стойкости к коррозии изделий, термостойкости и др. Значительно улучшить свойства керамики позволяет использование нанопорошков [3].

В настоящее время всё большее значение среди различных методов производства наноматериалов приобретают химические методы получения различных классов химических соединений в нанодисперсном состоянии. Этот факт, очевидно, связан с тем, что данные методы сочетают технологическую простоту и экономичность с довольно высоким качеством получаемого продукта [4].

Немаловажную роль при синтезе и консолидации нанопорошков играет режим термообработки. Правильный подбор режима обеспечит качество нанопорошка, нужные условия для компактирования, а также влияет на плотность и температуру спекания при последующей консолидации.